

**Fuel injection device for internal combustion engines**Patent Number: ☐ US5540206

Publication date: 1996-07-30

Inventor(s): HEIMBERG WOLFGANG (DE)

Applicant(s): FICHT GMBH (DE)

Requested  
Patent: ☐ DE4106015Application  
Number: US19930107835 19930819Priority Number  
(s): DE19914106015 19910226; WO1991EP01902 19911007IPC  
Classification: F02M37/04EC  
Classification: F02M51/04, F02M55/02, F02M55/04, F02M57/02C3, F02M59/22, F02M59/36D,  
F02M59/46E, F02M63/06Equivalents: AU653174, AU8655891, CA2101755, ☐ EP0591201 (WO9214925), A3, B1,  
ES2088019T, ES2105823T, JP2645264B2, JP6505067T, ☐ WO9214925

---

**Abstract**

---

PCT No. PCT/EP91/01902 Sec. 371 Date Aug. 19, 1993 Sec. 102(e) Date Aug. 19, 1993 PCT Filed Oct. 7, 1991 PCT Pub. No. WO92/14925 PCT Pub. Date Sep. 3, 1992A fuel injection device for internal combustion engines has an injection nozzle to which fuel is supplied by means of a pressure device comprising a fuel-accelerating pump and a fuel-retarding device which, when activated, convert the kinetic energy of the accelerated fuel abruptly to a pressure shock wave which causes the fuel to be sprayed through the injection nozzle. According to the invention, an intermittently operated fuel-accelerating pump is used. This pump and the preferably electrically operated retarding device are preferably controlled by a common control device. As a result, the injection device can be operated with very little, optimally utilized energy and can inject fuel in a precisely controllable manner very quickly and when decoupled from the motorized operations.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 06 015 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 02 M 63/06**  
F 02 M 55/04  
F 04 B 21/04

⑳ Aktenzeichen: P 41 06 015.6  
㉔ Anmeldetag: 26. 2. 91  
㉕ Offenlegungstag: 27. 8. 92

**DE 41 06 015 A 1**

㉚ Anmelder:  
Ficht GmbH, 8011 Kirchseeon, DE

㉛ Vertreter:  
Schroeter, H., Dipl.-Phys.; Fleuchaus, L., Dipl.-Ing.;  
Lehmann, K., Dipl.-Ing., 8000 München; Wehser, W.,  
Dipl.-Ing., 3000 Hannover; Gallo, W., Dipl.-Ing. (FH),  
Pat.-Anwälte, 8900 Augsburg

㉜ Erfinder:  
Heimberg, Wolfgang, Dr.-Ing., 8017 Ebersberg, DE

⑤④ Druckstoß-Kraftstoffeinspritzung für Verbrennungsmotoren

**DE 41 06 015 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Kraftstoffeinspritzung für Verbrennungsmotoren (Brennkraftmaschinen), insbesondere für Zweitaktmotoren, aber auch für Viertaktmotoren. Grundsätzlich ist die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzung bei Benzinmotoren und bei Dieselmotoren verwendbar.

Der Anwendung der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzung ist besonders bei Zweitaktmotoren deswegen vorteilhaft, weil hierdurch die Umwelt- und Verbrauchseigenschaften dieser Motoren verbessert werden können. Das erfindungsgemäße Einspritzsystem kann aufgrund seines weiten Anwendungsbereichs als Saugrohr- bzw. Direkt-Einspritzanlage mit vollständiger elektronischer Regelbarkeit ausgeführt werden.

Gemäß einem grundlegenden Prinzip der Erfindung erfolgt eine schlagartige Umwandlung von kinetischer Strömungsenergie der in einer Leitung strömenden Kraftstoff-Flüssigkeitssäule in potentielle oder Druckenergie für den Einspritzvorgang. Die nach diesem Prinzip des Flüssigkeitsschlags bzw. des hydraulischen Widders arbeitenden Systeme werden als Druckstoß-Einspritzanlagen bezeichnet.

Vorbekannt sind Druckstoß-Einspritzsysteme, die sogenannte offene Systeme darstellen. Dabei wird die im Schwungsystem benötigte Kraftstoffmenge einem Tank entnommen und nach Durchströmen des Leitungskreislaufes diesem wieder zugeführt.

Der grundsätzliche Aufbau einer derartigen offenen Druckstoß Einspritzanlage ergibt sich aus Bild 1. Aus einem Kraftstofftank 1 wird über eine Kraftstoffpumpe 2 mit einem Druck z. B. von 3 bis 10 bar Kraftstoff über eine Rohrleitung einem Druckregler 3 zugeführt. Der Kraftstoff wird anschließend über eine Dämpfungseinrichtung 4 längs einer Schwungleitung 5 einem vorzugsweise elektro-magnetisch betätigten Absperrventil 6 zugeführt. Durch schlagartiges Schließen dieses Ventils 6 wird die kinetische Strömungsenergie in der Leitung 5 in potentielle Druckenergie umgewandelt. Der entstehende Druckstoß weist einen Druck von etwa 20 bis 80 bar auf, also etwa das Zehnfache des durch die Ansaugpumpe 2 erzeugten Strömungsdrucks in der Schwungleitung 5. Der so am Absperrventil 6 entstehende Druckstoß wird zum Einspritzen des auf diese Weise beschleunigten Kraftstoffs über eine Druckleitung 9 und eine Einspritzdüse 10 in den Zylinder eines Verbrennungsmotors genutzt. Überschüssiger Kraftstoff fließt durch die Rücklaufleitung 7 zum Tank 1 zurück.

Infolge des erzeugten kurzzeitigen Druckimpulses von etwa zehnfacher Höhe des Vordrucks in der Schwungleitung wird eine gute Zerstäubung des Kraftstoffs gewährleistet. Der Bauteil- und Energieaufwand sind verhältnismäßig gering. Die Vorgänge in diesem Einspritzsystem sind zeitlich getrennt von den Prozessen im Verbrennungsmotor. Dadurch und durch die elektronische Steuerung hat das Einspritzsystem den Vorteil, daß die Einspritzmenge und der Einspritzzeitpunkt beliebig, trägheitsfrei und reproduzierbar gesteuert werden können. Die Ansteuerung des Einspritzsystems erfolgt mittels einer elektronischen Steuerung B.

Die durch die Pumpe 2 und den Druckregler 3 gebildete Druckversorgungseinheit hat somit die Aufgabe, die Energie für die Beschleunigung der Kraftstoff-Flüssigkeitssäule bereitzustellen. Während der Öffnungsphase des Absperrventils 6 wird der Kraftstoff in der Schwungleitung 5 beschleunigt. Hinter dem Absperr-

ventil 6 strömt überschüssiger Kraftstoff über die Rücklaufleitung 7 in den Tank 1 zurück.

Der beim schlagartigen Schließen des Absperrventils 6 in der Schwungleitung 5 erzeugte Druckstoß oder Verdichtungsstoß wandert in Form einer Druckwelle mit Schallgeschwindigkeit durch die Leitungen. Die Druckwelle, die durch die Druckleitung 9 zur Einspritzdüse 10 wandert, führt dort zum Abspritzen von Kraftstoff in den Zylinder des Verbrennungsmotors.

Die sich in der Schwungleitung 5 ausbreitende Druckwelle wird am Eingang der Schwungleitung reflektiert und wandert zum Absperrventil 6 zurück. Die Zeitdauer dieser Phase des sogenannten direkten Druckstoßes entspricht der Laufdauer der Druckwelle durch die Schwungleitung 5. Diese bestimmt gleichzeitig auch die Druckwirkdauer an der Einspritzdüse 10 und somit die Dauer des Einspritzvorgangs.

Nach der Phase des direkten Druckstoßes verbleibt in der Schwungleitung 5 eine Restdruckenergie, die in den Leitungen hin und her läuft. Bild 2 zeigt einen typischen Druckverlauf ohne geeignete Dämpfungsmaßnahmen. Die erste Druckwelle, die sogenannte Primärdruckwelle, wird zum Einspritzen des Kraftstoffes genutzt. Die Sekundärdruckwellen können einerseits ein nochmaliges Einspritzen bewirken, andererseits beschränken sie aber die erreichbare Arbeitsfrequenz des Systems. Um für jeden Einspritzvorgang definierte Ausgangsbedingungen zu haben, sollen die Sekundärdruckwellen zu Beginn des nächsten Arbeitsspiels abgeklungen sein.

Zur Unterdrückung der störenden Sekundärdruckwellen kann am Anfang der Schwungleitung 5 eine geeignete Dämpfungseinrichtung 4 vorgesehen sein. Bild 3 zeigt einen damit erreichten gedämpften Druckverlauf. Die damit erreichten wesentlichen Eigenschaften und Vorteile des Einspritzdruckverlaufs sind die folgenden:

- Die Charakteristik des Einspritzdrucks ist grundsätzlich unabhängig von der Drehzahl des Verbrennungsmotors,
- es ist ein steiler Druckanstieg und Druckabfall vorhanden, der ein schnelles Öffnen und Schließen der Einspritzdüse und somit eine über den Einspritzverlauf gleichbleibend gute Strahlzerstäubung gewährleistet. Die Qualität der Kraftstoffzerstäubung ist unabhängig von der Abspritzmenge. Es erfolgt keine Nachspritzung.

Einspritzbeginn und Einspritzmenge lassen sich elektronisch gut steuern, um eine optimale Anpassung an motorische Erfordernisse zu erzielen, wie

- maximales Drehmoment,
- minimaler Kraftstoffverbrauch,
- minimale Schadstoffemission.

Im Vergleich zu konventionellen mechanischen Einspritzpumpen ergeben sich

- kleiner Bauteil- und Herstellungsaufwand,
- geringe Herstellungskosten,
- große Arbeitsfrequenzen sind möglich,
- gute elektronische Steuerbarkeit.

Die bisher beschriebene Druckstoß-Kraftstoffeinspritzung benötigt eine Vordruckversorgung, die die für die Beschleunigung der Kraftstoff-Flüssigkeitssäule in der Schwungleitung notwendige Energie bereitstellt

und die kontinuierlich arbeitet. Dabei ist noch ein entsprechender Aufwand für die Druckkonstanthaltung notwendig. Die von der Pumpe zuviel geförderte Kraftstoffmenge wird über ein Druckregelventil 3 abgesteuert, was einen energetischen Verlust darstellt, durch den auch die Temperatur des Kraftstoffs erhöht wird, was schließlich zu Druckänderungen am Einspritzventil 6 und damit zu einer ungenauen Einspritzung führen kann. Das Druckregelventil 3 benötigt darüber hinaus immer eine Mindest-Abregelmenge, um stabil zu arbeiten, wodurch die energetischen Verluste weiter erhöht werden. Der Mengenstrombedarf an der Kraftstoff-Einspritzdüse 10 ist abhängig von der Frequenz (Drehzahl des Motors) und von der jeweils abzuspritzenden Menge. Bei Leerlauf muß von der Druckversorgungseinheit bereits der Mengenstrom für Vollast und für die Mehrsteuer-  
menge für das Druckregelventil 3 bereitgestellt werden.

Um diese Nachteile zu vermeiden, ist erfindungsgemäß vorgesehen, den für die Einspritzung erforderlichen Kraftstoff-Volumenstrom in der Schwungleitung nur für jedes Arbeitsspiel, also jeden Einspritzvorgang, einzeln zeit- und mengenbedarfsgerecht bereitzustellen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, daß die notwendige Kraftstoff-Schwungmenge durch eine intermittierend fördernde Pumpeinrichtung, z. B. eine Membran- oder Kolbenpumpe bereitgestellt und beschleunigt wird. Der Antrieb dieser Pumpeinrichtung kann verschiedenartig erfolgen, so z. B. mechanisch, elektromagnetisch, elektro-dynamisch oder mittels Piezoelementen. Dabei kann zusätzlich der Antrieb der Pumpeinrichtung gleichzeitig mit dem Absperrventil vor der Einspritzdüse wirksam werden.

Darüber hinaus kann das Förderelement, so z. B. der Förderkolben, die Funktion des Absperrventils übernehmen.

Zusätzlich kann eine Trennung der Einspritzeinrichtung in zwei Teilsysteme erfolgen, das Schwungsystem und das Impulsdruck-Spritzsystem, wobei über ein geeignetes Trennelement die Pulsdruckenergie übertragen wird.

Zur Vermeidung von störenden Sekundärdruckwellen kann am Schwungleitungsanfang eine Dämpfungseinrichtung angebracht werden.

Darüber hinaus kann ein Rückschlagventil am Anfang der Druckleitung zum Aufbau eines Standdruckes in der Druckleitung dienen.

Gemäß einer ersten, in der Skizze I gezeigten Variante entnimmt hierbei die Kolbenpumpe den Kraftstoff aus dem Tank, und überschüssiger Kraftstoff strömt zu dem Tank zurück, so daß es sich nach wie vor, wie in Bild 1, um ein offenes System handelt.

Bei einer zweiten Variante, die in den Skizzen II bis X dargestellt ist, wird die von dem Absperrventil abströmende Kraftstoff-Flüssigkeit der Saugseite der Kolbenpumpe unmittelbar wieder zugeführt. Überschüssiger Kraftstoff wird also nicht in den Tank zurückgeführt, so daß es sich hierbei um geschlossene Systeme handelt.

Wesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung sind wie folgt:

- Die zum Einspritzen notwendige Kraftstoff-Schwungmenge wird durch eine intermittierend fördernde Pumpeneinrichtung, insbesondere eine elektro-magnetisch betriebene Kolbenpumpe beschleunigt,
- gleichzeitig mit der Erregung der Kolbenpumpe wird das Absperrventil angesteuert,
- mit dem Schließen des Absperrventils wird die

- Förderung durch die Kolbenpumpe beendet,
- die Trägheit des Förderkolbens gewährleistet ein Nachlaufen der Kraftstoff-Flüssigkeit und somit einen Druckstoß,
- das Einspritzsystem steht nicht mehr unter Vor-  
druck,
- die Energiezufuhr zu der Kolbenpumpe erfolgt in einem außerordentlich kurzen Zeitraum von wenigen Millisekunden, etwa 1 bis 8 ms, mit einem nur unwesentlichen Gegendruck,
- der Magnet der Kolbenpumpe kann im optimalen Bereich arbeiten,
- die Dosierung der Einspritzmenge erfolgt durch Variation der Antriebsenergie der Pumpeinrichtung, so z. B. durch Zeit bzw. durch Energiestärkenvariation.

Im folgenden werden verschiedene Varianten einer vordrucklosen Kraftstoff-Druckstoßeinspritzung im einzelnen beschrieben.

Bei einer Ausbildung gemäß Skizze I, deren konstruktiver Aufbau aus der Skizze selbst deutlich wird, wird beim Förderhub oder Druckhub der Kraftstoff in der Leitung hinter der Kolbenpumpe nach rechts zur Einspritzdüse ED und zum Absperrventil ASV gefördert. Beim Verschließen der Rücklaufleitung des Absperrventils ASV entsteht der gewünschte Druckstoß, der zum Abspritzen an der Einspritzdüse ausgenutzt wird. Die beim Schwunghub vom Förderkolben FK geförderte Kraftstoffmenge strömt in den Tank T zurück. Nach dem Förderende wird der Förderkolben durch die Ankerfeder in die Ausgangsstellung gebracht. Dabei strömt Kraftstoff über das Rückschlagventil RSV in die Schwungleitung SL nach.

Die Skizze II zeigt eine Variante, bei der die geförderte Kraftstoffmenge der Saugseite des Förderkolbens FK zugeführt wird, also nicht den Umweg über den Tank T macht. Es handelt sich hierbei und bei den nachfolgenden Varianten um ein geschlossenes System, bei dem vom Tank T über ein Rückschlagventil RSV nur die Kraftstoffmenge zugeführt wird, die der Abspritzmenge an der Einspritzdüse ED entspricht.

Wenn das Absperrventil ASV geschlossen ist und der Förderkolben FK sich aufgrund der Trägheit noch nach rechts weiterbewegt, wird Kraftstoff über das Rückschlagventil RSV1 zugeführt. Bei der Rückführung des Förderkolbens FK in die Ausgangsposition strömt Kraftstoff über das Rückschlagventil RSV2 von der Rückseite des Förderkolbens FK in die Schwungleitung SL.

Durch die Differenzfläche  $A_2 - A_1$  zwischen Förderkolben und Kolbenstange entsteht beim Förderhub ein Druckanstieg und beim Saughub ein Druckabfall. Infolgedessen ist möglicherweise bei der praktischen Ausführung dieser Variante ein Druckspeicher DS erforderlich.

Die Skizze III zeigt eine Abänderung der Variante gemäß Skizze II, bei der der Magnetanker unmittelbar die Funktion des Förderkolbens FK übernimmt. Der in der Schwunghubphase verdrängte Kraftstoff wird ebenfalls der Saugseite des Förderkolbens FK zugeführt.

In den Fällen I, II und III wird der Förderkolben FK durch eine Rückstellfeder bei Entregung des elektromagnetischen Antriebs in die Ausgangslage zurückgestellt (Saughub).

Bei den Varianten gemäß Skizze II und III können analog der Variante in Skizze IV der Förderkolben und das Absperrventil in einem gemeinsamen Gehäuse un-

tergebracht sein. Das Rückschlagventil RSV2 kann im Förderkolben selbst angeordnet sein. Damit wird eine lange Rücklaufleitung für den Kraftstoff vermieden. Durch die direkte Rückförderung des überschüssigen Kraftstoffs über das Rückschlagventil sind kurze Steuerzeiten mit hoher Arbeitsfrequenz möglich.

Die Skizze IV zeigt eine weitere mögliche Variante, deren konstruktive Einzelheiten sich aus der Skizze IV direkt ergeben. Wie ersichtlich, sind zwei bewegliche Teile, nämlich Förderkolben und Absperrventil hintereinander in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Beide werden gleichzeitig über Elektromagnete angesteuert, wobei eine Bewegung in entgegengesetzten Richtungen zueinander erfolgen kann. Das Rückschlagventil RSV2 kann hierbei unmittelbar im Arbeitskolben oder Förderkolben vorgesehen sein.

Die Skizze V zeigt eine weitere Variante, deren konstruktive Einzelheiten sich ebenfalls unmittelbar aus der Skizze erschließen. Hier ist das Absperrventil in den Förderkolben FK integriert, beide Körper sind also in einem Element vereinigt, so daß die Funktionen des Förderkolbens und des Absperrventils miteinander kombiniert sind. Durch unterschiedlich starke Erregung des Elektromagneten können unterschiedliche Geschwindigkeiten des Förderkolbens FK erzielt werden und damit eine Steuerung der Strömungsgeschwindigkeit der von dem Förderkolben FK beschleunigten Kraftstoff-Flüssigkeit in dem Leitungskreislauf. Nach einem bestimmten Weg  $x$  wird der Förderkolben FK schlagartig abgebremst und unterbricht dabei gleichzeitig die Verbindung zwischen der links- und rechtsseitigen Schwungleitung SL. Die im Leitungskreislauf befindliche Flüssigkeit läuft rückseitig auf den Förderkolben FK auf und erzeugt dadurch den Druckstoß für die Einspritzdüse ED. Da die Flüssigkeit an der Kolbenvorderseite infolge ihrer Trägheit nachströmt, öffnet sich das Rückschlagventil RSV zum Tank T. Die Rückwärtsbewegung des Förderkolbens FK erfolgt prinzipiell in analoger Weise mittels einer Druckfeder bei Entregung des Antriebsmagneten.

Die Skizze VI zeigt drei Lösungen für die Rückwärtsbewegung des Förderkolbens FK (Saughub), wobei das Rückschlagventil RSV2 im Förderkolben integriert ist.

Bei der Variante VIa wird das Rückschlagventil durch den Aufschlag des Förderkolbens geschlossen gehalten, so daß der Druckstoß das Rückschlagventil nicht öffnen kann. Das Ventil öffnet bei der Rückwärtsbewegung des Kolbens, so daß der Kraftstoff unmittelbar durch den Förderkolben strömt. Die Verdrängungsphase des Förderkolbens wird durch Aufschlag auf eine Stange beendet. Dadurch wird das Rückschlagventil fixiert, und der Druckstoß kann dieses Ventil nicht öffnen.

Bei der Variante VIb taucht am Ende der Förderbewegung der Förderkolben in einen zylindrischen Teil ein und überdeckt dabei die radialen Ablaufbohrungen. Hierdurch wird die Strömungsverbindung zwischen den Stellen I und II schlagartig unterbrochen, so daß der an der Stelle II entstehende Druckstoß nicht abgebaut werden kann.

Bei der Variante VIc verschließt der Förderkolben FK nach Förderende die Ablaufbohrung am Eingang der Schwungleitung, so daß der Druckstoß an der Stelle II der Schwungleitung SL ebenfalls nicht abgebaut wird.

Zur Vermeidung von unerwünschten Nachschwingungen des Einspritzdruckverlaufes, entsprechend Bild 2, kann am Anfang der Schwungleitung eine entsprechende Dämpfungseinrichtung vorhanden sein. Skizze VII zeigt eine Variante, bei der eine Rückschlag-

drossel RSD als Dämpfungselement dient. Die Dämpfung unerwünschter Druckschwingungen kann ebenso durch ein elektro-magnetisch verschleißbares Ventil in der Schwungleitung SL erfolgen. Eine weitere erfindungsgemäße Möglichkeit besteht darin, daß das Absperrventil ASV nach der Primärdruckwelle kurzzeitig öffnet, so daß die Restdruckenergie abgebaut wird.

Bei manchen Verbrennungsverfahren ist es zweckmäßig, den Kraftstoff bei jedem Arbeitszyklus mehrfach kurz hintereinanderfolgend einzuspritzen. Das Druckdiagramm gemäß Skizze VIII zeigt zwischen den einzelnen Einspritzvorgängen mehrere, dicht beieinanderliegende Druckspitzen für die einzelnen Einspritzvorgänge. Erfindungsgemäß kann dabei die Zeit zwischen den einzelnen Druckspitzen von einigen Zehntel-Millisekunden bis zu einigen Millisekunden sein. Die Anzahl der Druckspitzen kann je nach Bedarf ebenfalls unterschiedlich sein. Eine solche Druckcharakteristik kann besonders für eine längere Einspritzdauer  $t_E$  oder für dieselmotorische Verbrennungen sinnvoll sein.

Die beschriebene Druckcharakteristik kann durch wiederholtes, mehrfaches kurzzeitiges Schließen und Öffnen des Absperrventils erreicht werden, gegebenenfalls in Verbindung mit einer kurzen Schwungleitung. Hierfür kann eine mehrmalig wiederholte Ansteuerung des Elektromagneten der Kolbenpumpe dienen. Es kann aber auch ein definiertes Pellen des Absperrventilkörpers auf seinem Dichtsitz erfolgen. Schließlich kann auch der Ablaufquerschnitt des Absperrventils ASV bei der Schließbewegung intermittierend wechselnd geöffnet und geschlossen werden. Die Skizze IX veranschaulicht eine hierfür geeignete konstruktive Ausbildung.

Im geöffneten Zustand des Absperrventils ASV ist dieses erregt und somit angezogen. Der Kraftstoff durchströmt das Absperrventil ASV vom Zulauf durch eine radiale Nut in Richtung Ablauf. Bei der Schließbewegung des Ventilkörpers wird der radiale Ablaufquerschnitt zunächst verschlossen, so daß ein Druckstoß entsteht. Bei der weiteren Schließbewegung des Ventils wird dieser durch das wechselnde Öffnen und Verschließen des Ablaufquerschnitts mehrmals abgebaut und wieder aufgebaut. Durch die Anzahl radialer Schlitze im Ventilkörper wird die Anzahl der erreichbaren Einspritzdruckspitzen bestimmt. Der Abstand der radialen Schlitze in Verbindung mit dem Zeitverlauf der Schließbewegung bestimmt die Druckspitzenfolge.

In einer weiteren Ausgestaltung der vordrucklosen Druckstoß-Einspritzanlage wird das Einspritzsystem in zwei Kreisläufe getrennt. Das Schwungsystem ist in sich geschlossen und kann mit einer beliebigen, z. B. nach technischen oder Einspritzgesichtspunkten geeigneten Flüssigkeit betrieben werden. In einem zweiten Leitungssystem befindet sich der einzuspritzende Kraftstoff.

Die Skizze X zeigt eine mögliche Variante, deren konstruktive Einzelheiten sich aus der Skizze X selbst ergeben. Das Schwungsystem besteht aus der elektromagnetischen Pumpeinrichtung mit dem Förderkolben FK und dem Rückschlagventil RSV2, der Schwungleitung SL und ggf. einer Dämpfungseinrichtung am Anfang der Schwungleitung. Der Druckstoß entsteht durch die mit dem Förderkolben erzeugte Strömung, welche nachfolgend schlagartig verzögert wird. Der Druckstoß wird über eine Übertragungseinrichtung ÜE, z. B. eine leicht bewegliche Membran, auf das Spritzsystem übertragen und führt dort zum Abspritzen von Kraftstoff aus der Einspritzdüse ED.

Nach Beendigung der Einspritzung geht die Membran in die Ausgangsstellung zurück, dabei wird Kraftstoff über das Rückschlagventil RSV1 aus dem Tank T zugeführt. Das Spritzsystem ist somit selbstansaugend bzw. kommt mit geringen Fülldrücken aus.

Skizze XI zeigt eine Variante, bei der die Übertragungseinrichtung ÜE mittels eines federbelasteten Kolbens funktioniert, der hydraulisch dicht aber beweglich sich in einem Zylinder befindet und die Druckenergie vom Schwungsystem zum Spritzsystem überträgt. Die Rückstellung des Kolbens in die Ausgangsposition erfolgt durch eine Feder.

Durch Wärmeeinwirkung vom Verbrennungsmotor auf das Einspritzsystem kann es in der vordrucklosen Druckstoß-Einspritzanlage zu Dampfblasenbildung und somit zu Funktionsstörungen kommen. Um dies zu vermeiden, kann sich am Anfang der Druckleitung DL ein weiteres Rückschlagventil RSV3 befinden, so daß sich in der Druckleitung ein Standdruck aufbaut. Skizze X zeigt dies in entsprechender Weise.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zum Einspritzen von Kraftstoff für Verbrennungsmotoren, mit einer mit einem Kraftstoffvorratsbehälter in Verbindung stehenden Pumpe, die den Kraftstoff zu einer am Verbrennungsmotor angeordneten Einspritzdüse fördert, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Kraftstoffleitung zwischen Pumpe und Einspritzdüse ein Absperrventil angeordnet ist, das beim Schließen eine schlagartige Druckerhöhung in der Kraftstoffleitung bewirkt, und daß der erhöhte Druck zum Abspritzen des Kraftstoffs an der Einspritzdüse dient.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe eine periodisch intermittierend arbeitende Kolbenpumpe ist, die insbesondere elektro-magnetisch angetrieben ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenpumpe und das Absperrventil gemeinsam elektronisch gesteuert sind.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß von dem Absperrventil eine Kraftstoffrückführleitung zur Kolbenpumpe führt (geschlossenes System).
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrventil in unmittelbarer räumlicher Nähe zu der Kolbenpumpe angeordnet ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrventil und die Kolbenpumpe in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht und insbesondere gemeinsam gesteuert sind.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrventil in die Kolbenpumpe integriert, insbesondere in deren Förderkolben integriert ist.
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolbenpumpe ein Rückschlagventil zugeordnet ist, das insbesondere in dem Förderkolben integriert ist.
9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Mehrfacheinspritzung für jeden Arbeitszyklus des Verbrennungsmotors vorgesehen ist.
10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzeinrichtung in zwei Teilsysteme getrennt ist,

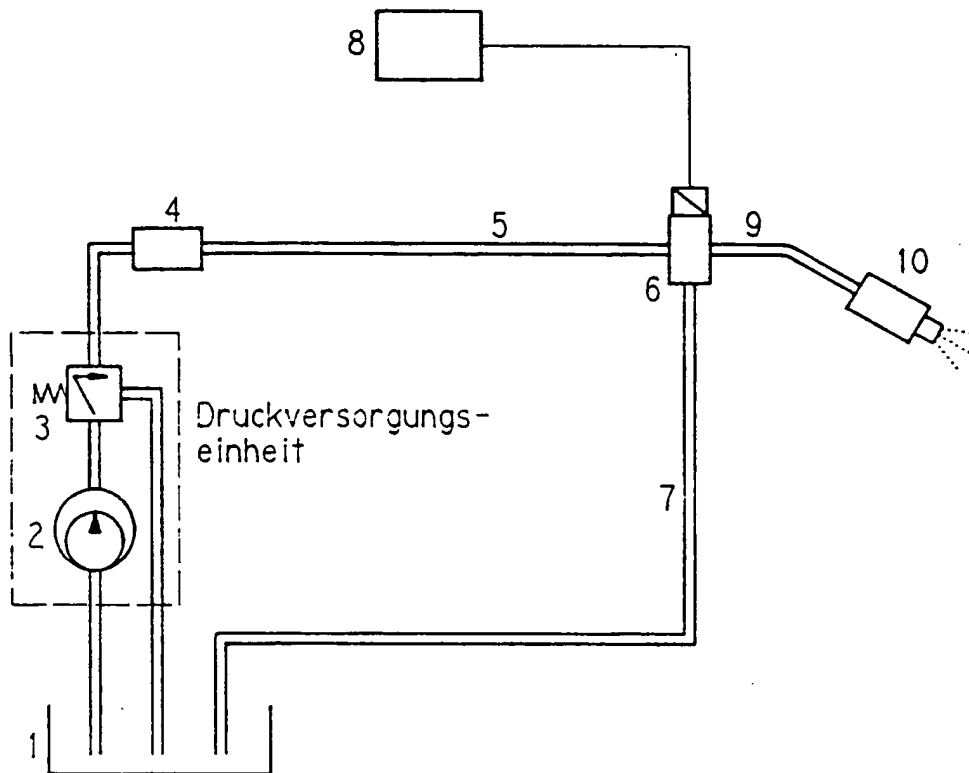
nämlich ein Schwungsystem und ein Impulsdruck-Spritzsystem, und daß zum Übertragen der Pulsdruckenergie ein geeignetes Trennelement vorgesehen ist.

11. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Vermeiden von störenden Sekundärdruckwellen am Anfang der Schwungleitung eine Dämpfungseinrichtung vorgesehen ist.

12. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Aufbau eines Standdrucks in der Druckleitung an deren Anfang ein Rückschlagventil vorgesehen ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 1 Tank                  | 6 Absperrventil       |
| 2 Pumpe                 | 7 Ruecklaufleitung    |
| 3 Druckregler           | 8 Elektron. Steuerung |
| 4 Daempfungseinrichtung | 9 Druckleitung        |
| 5 Schwungleitung        | 10 Einspritzduese     |

Bild 1: Aufbau Druckstoss-Einspritzanlage

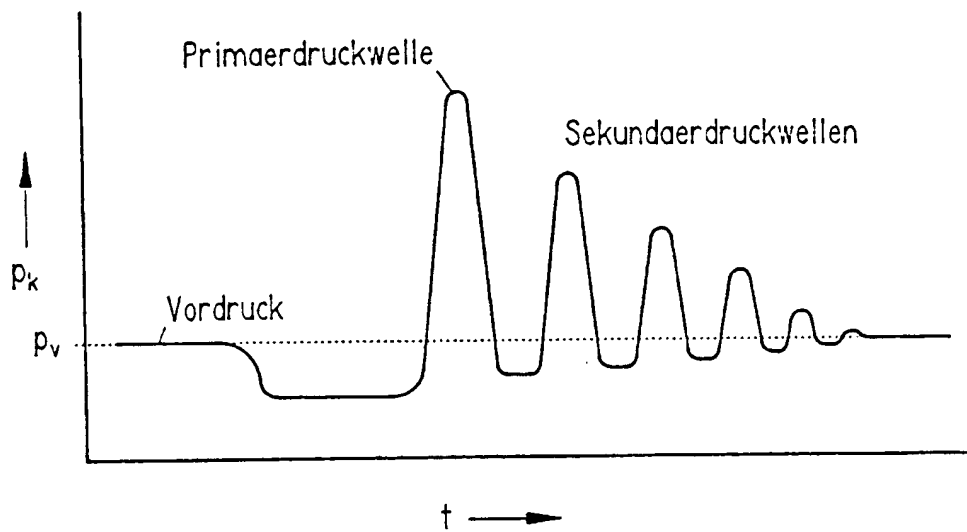
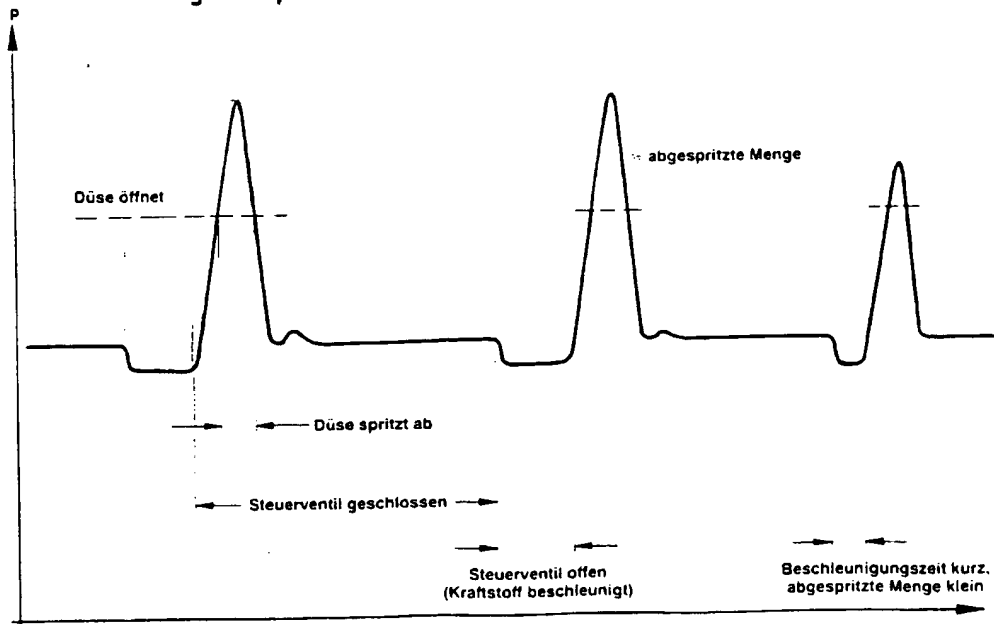


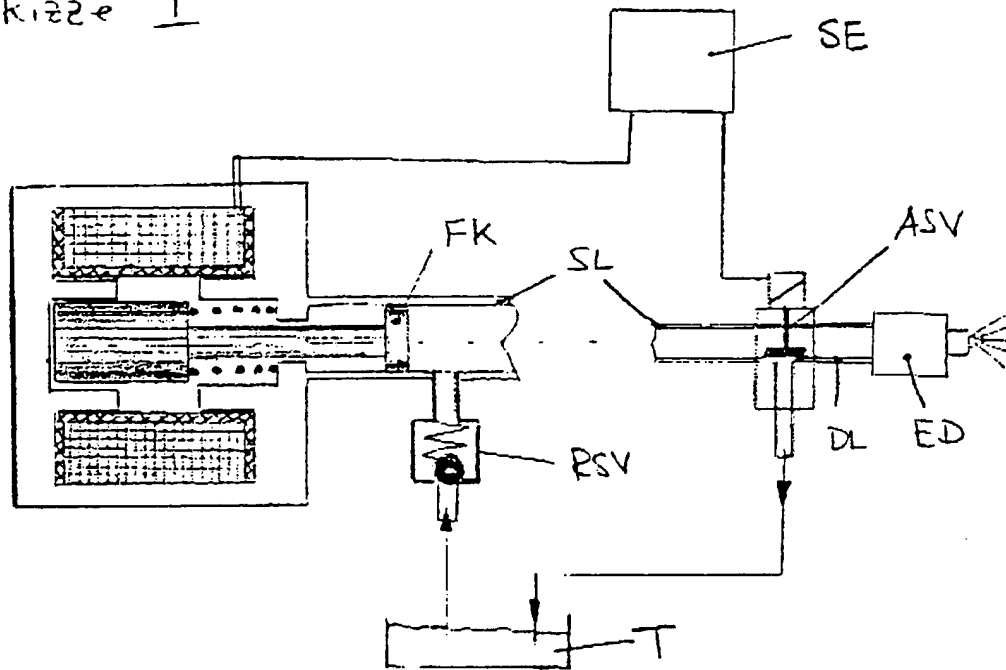
Bild 2: Ungedämpfter Druckverlauf

Bild 3:

Druckverlauf gedämpft

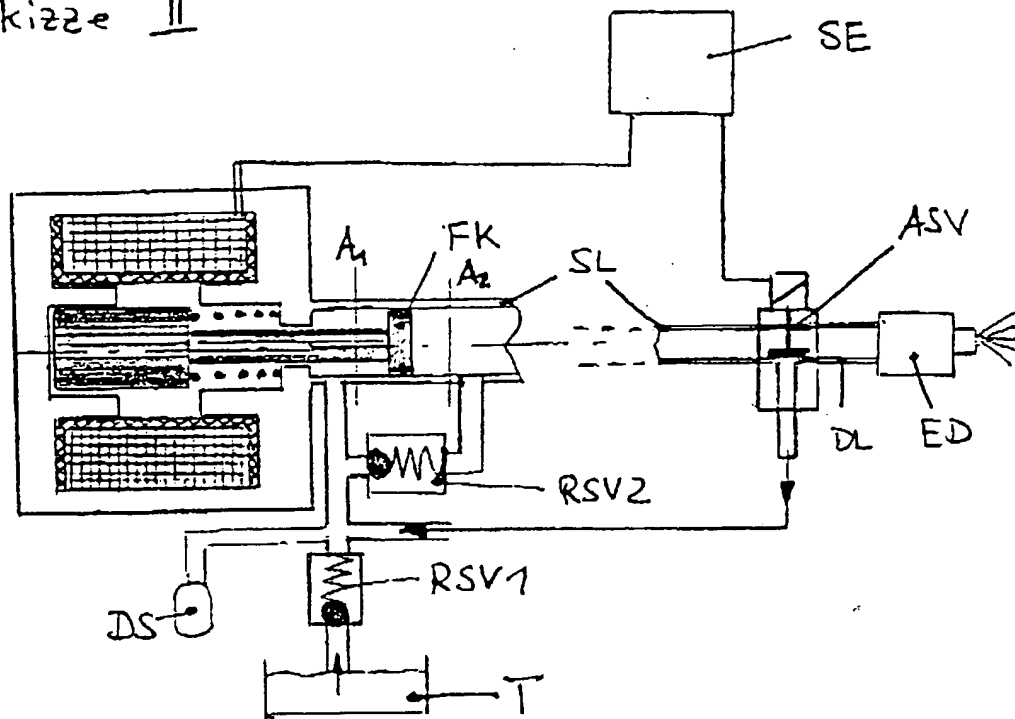


Skizze I

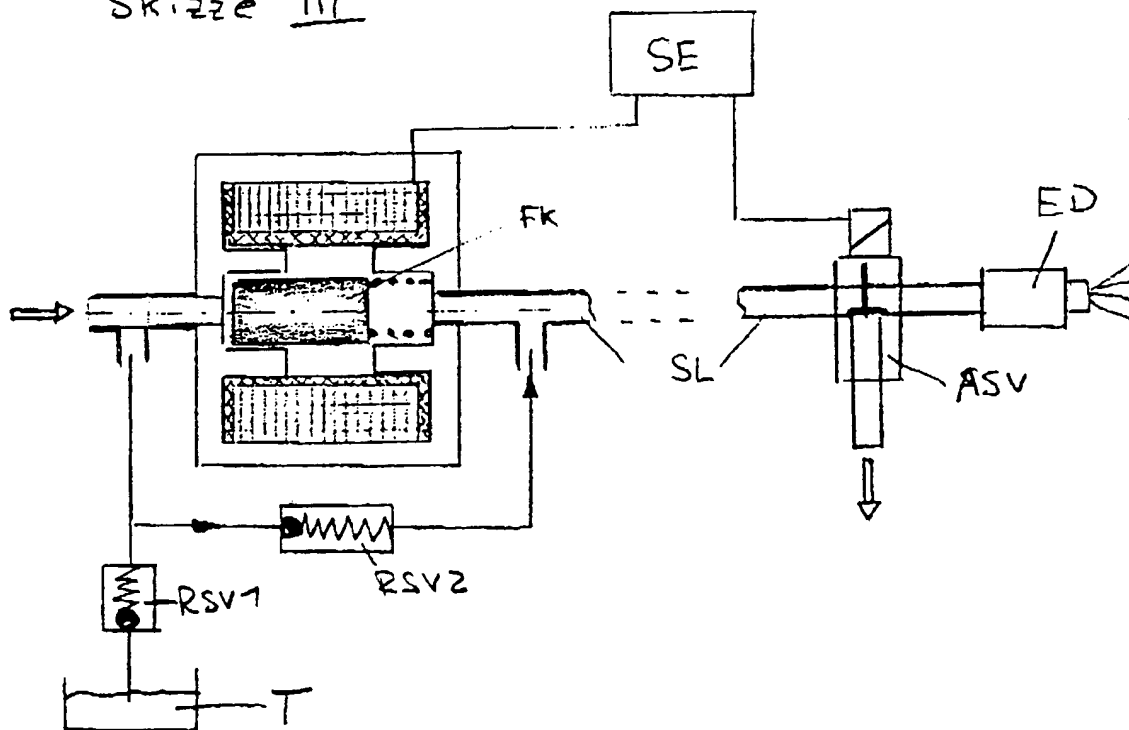


|     |                  |
|-----|------------------|
| FK  | Förderkolben     |
| SL  | Schwingleitung   |
| DL  | Drückleitung     |
| ASV | Absperrventil    |
| SE  | Steuerlektronik  |
| ED  | Einspritzdüse    |
| T   | Tank             |
| RSV | Rückschlagventil |

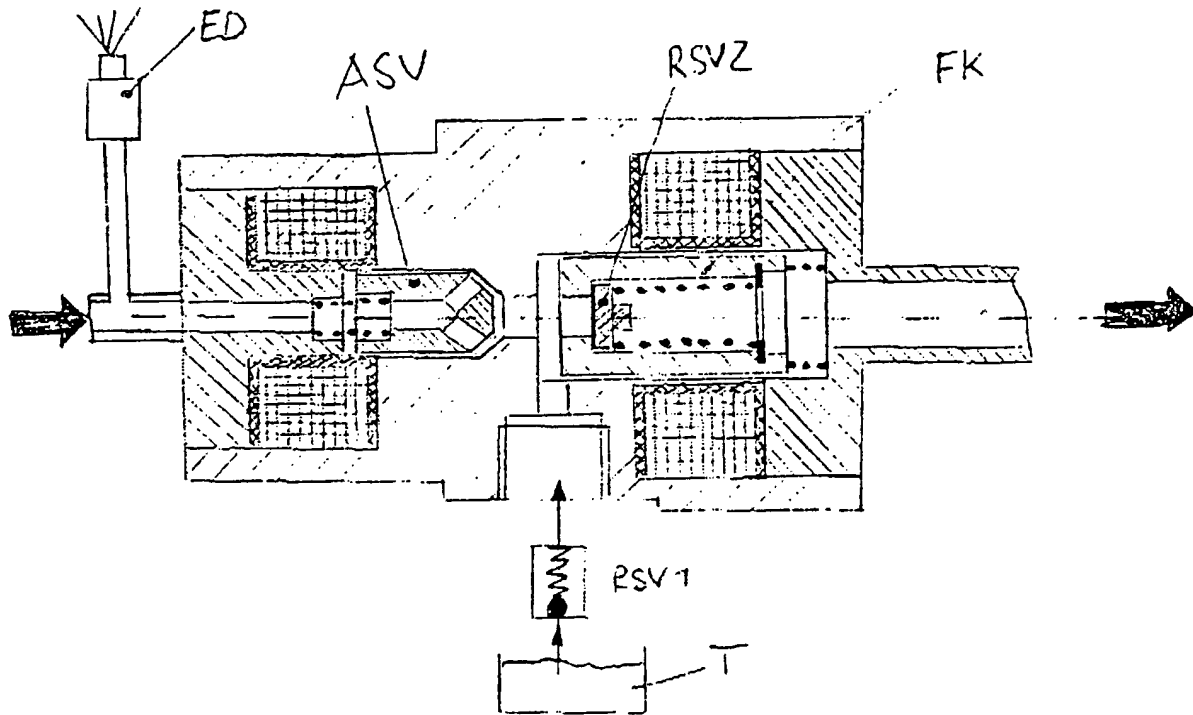
## Skizze II



## Skizze III



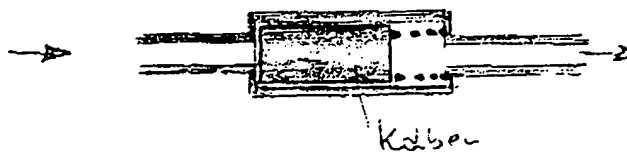
Skizze IV



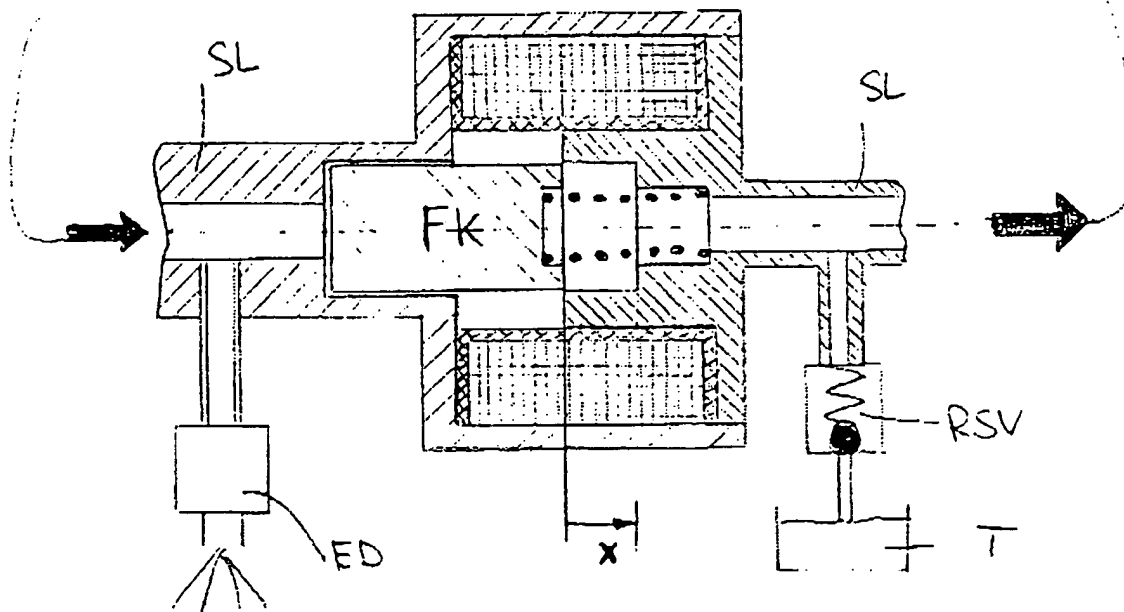
Skizze XI

Schwingensystem

Spritzsystem

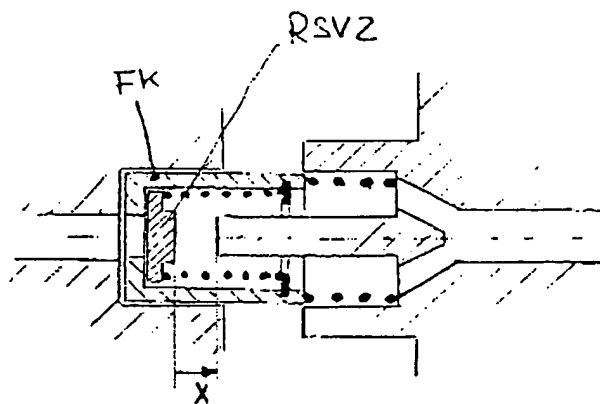


Skizze V

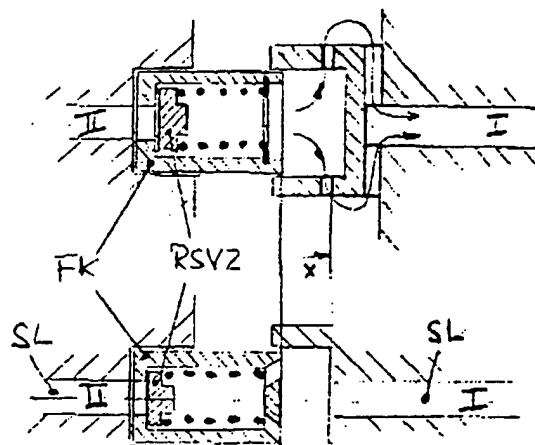


Skizze VI

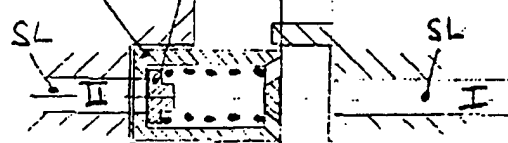
a.)



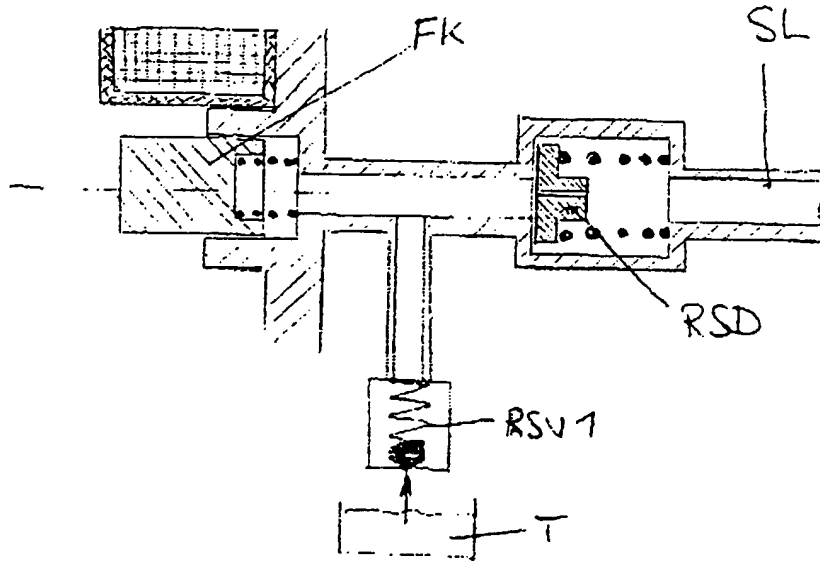
b.)



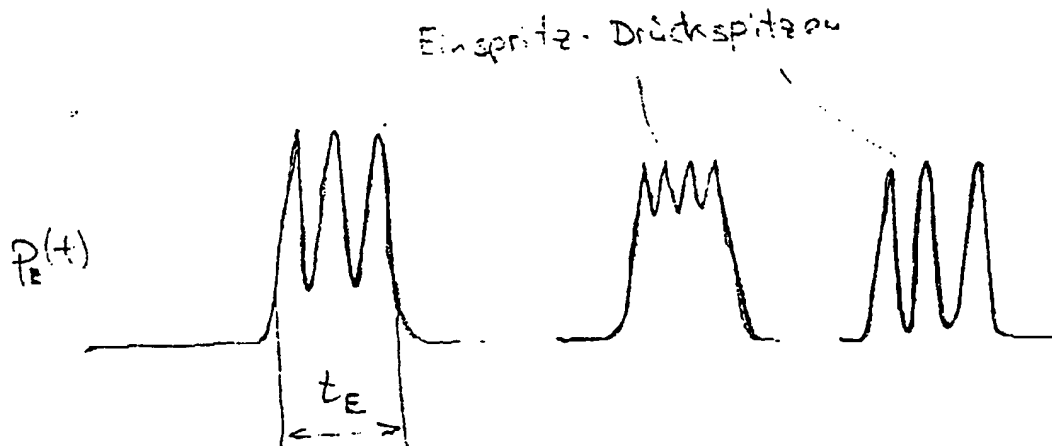
c.)



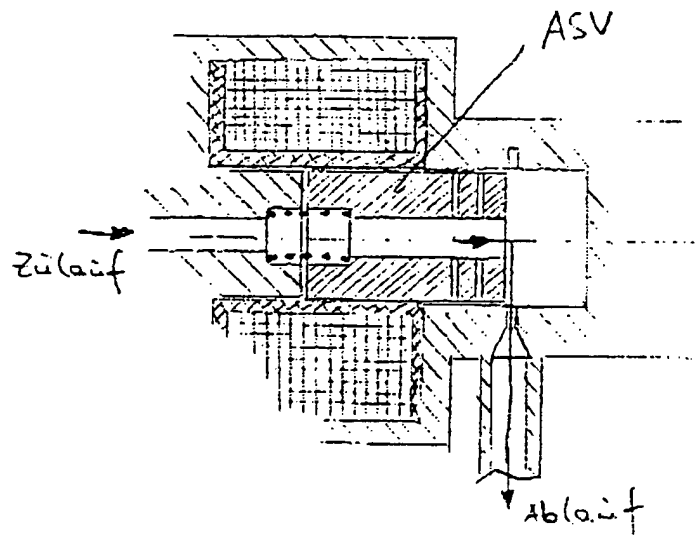
Skizze VII



Skizze VIII



Skizze Ix



Skizze X

